

ности и формирования прочных ассоциативных связей у студентов, как на этапе предъявления, так и на этапе закрепления материала.

Основным техническим средством технологий-мультимедиа является компьютер, оснащенный необходимым программным обеспечением и мультимедийным проектором. Естественно, что компьютер не заменяет собой преподавателя, а является лишь средством повышения качества педагогической деятельности, его помощником, благодаря своим возможностям и развитию технических средств технологии мультимедиа могут применяться при проведении практически всех видов учебных занятий по математике.

Таким образом, мультимедиа является исключительно полезной и плодотворной образовательной технологией, благодаря присущим ей качествам интерактивности, гибкости, и интеграции различных типов мультимедийной учебной информации, грамотное использование мультимедиа в процессе обучения приводит к активизации внимания обучаемого, расширяет возможности воображения, развивает память, усиливает эмоции.

#### APPLICATION OF MULTIMEDIA TECHNOLOGY IN TRAINING

L.Yu. Nizamieva

*The article discusses the advantages and disadvantages of the use of multimedia technology in the teaching process.*

Keywords: multimedia technology, the modernization of higher education systems, innovative learning technologies, learning the advantages of using multimedia technologies.

УДК 314.126

#### НЕИЗБЕЖНОСТЬ НЕЛИНЕЙНОСТИ: «АНТИЛОГИСТИЧЕСКИЙ» ХАРАКТЕР ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

И.С. Нурғалиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [ildus58@mail.ru](mailto:ildus58@mail.ru); Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, г. Москва

*В данном сообщении излагается получение нового демографического уравнения, включающего слагаемые, отвечающие за рождаемость и смертность. Уравнение сопоставляет с известным феноменологическим уравнением Ферхюльста. Обсуждаются качественные предсказательные особенности нового уравнения.*

**Ключевые слова:** нелинейное демографическое уравнение, рождаемость, режимы с обострением, устойчивое развитие, глобальные проблемы, мягкое моделирование.

Современный этап анализа глобальных проблем, включая энергетическую, экологическую и демографическую, характеризуется двумя новыми, принципиально важными, особенностями. Это - обилие точной информации и трудность этот огромный объем информации адекватно осмыслить. Все научные направления по мониторингу за сложными системами, анализу и моделированию неминуемо оказываются перед необходимостью смены парадигм по осмыслению больших масси-

вов точных данных новым инструментарием представления данных в «удобоваримом» формате для лиц принимающих решения на базе этих данных. Малоизвестное в нематематических кругах понятие мягкого моделирования представляет один из удачных вариантов ответов на обозначенный вызов современности.

Динамики исчерпания ряда ресурсов является причиной обостряющегося международного положения. Наиболее острым на текущий момент оказывается исчерпание углеводородного сырья. Прогноз этого процесса, выглядящий, как кривая Хуберта, которая, в свою очередь представляет собой производную зависимости Ферхюльста, известен давно [1]. Эти простые зависимости демонстрируют достаточную универсальность из-за того, что, тем не менее, они содержат, именно, удачно учтенную нелинейность.

Эти простые зависимости Хуберта и Ферхюльста демонстрируют достаточную универсальность из-за того, что, тем не менее, они содержат удачно учтенную нелинейность. Демографические процессы не представляют собой «официальное» поле исследований физики. Несмотря на это неоднократно предпринимались попытки применить развитые методы физики в этой нетрадиционной для нее области. Примером является эконофизика, уже завоевавшая статус академической науки, и возникающие социофизика и социоинженерия. В данной работе автор развивает подход к моделированию демографических процессов, в России известный, в основном, благодаря публикациям С.П. Капицы. Подход предшественников С.П. Капицы основан на феноменологическом описании «увиденной» в статических данных зависимости и в попытке их интерпретации. В рамках такого подхода в качестве причины квадратичной зависимости скорости роста населения от количества живущих людей «назначались» информационный обмен (С.П. Капица), а у некоторых авторов - улучшение медицины, повышение образовательного уровня у женщин и тому подобные факторы. Не отвергая неизбежной корреляционной связи между перечисленными и многими не перечисленными факторами автор выдвигает в качестве причины квадратичной зависимости менее инновационный, и гораздо более старомодный (даже архаичный) фактор - двух-акторный характер взаимодействия, обуславливающего демографический процесс. Билинейный характер скорости роста населения от текущего его значения обусловлено, аналогично закону химической кинетики тем, что скорость «реакции» пропорциональна двум половинам количества населения (женщины и мужчины) по отдельности, аналогичным концентрациям реагирующих субстратов в химической кинетике. Выражая глубокое и искреннее уважение памяти Сергея Петровича Капицы, приводится ответ автора данного сообщения на его вопрос: «Это что же в Вашей модели получается - все взаимодействуют со всеми?». Ответ, который Сергея Петровича на момент полемики удовлетворил: «Все как у молекул: потенциально - да все со всеми имеют крохотную вероятность встретиться, а в реальности же - каждая молекула реально встречается только с маленькой частью сообщества представителей противоположного сорта частиц, и это количество в первом приближении тоже прямо пропорционально потенциальному количеству («концентрации»). Таковы законы «жанра» мягкого моделирования с глубокой агрегацией переменных. Остается только учесть смертность как линейное слагаемое с отрицательным знаком, поскольку этот грустный процесс в биологическом смысле одно-акторный. Получается вместо известного за-

кона Ферхюльста «анти-логистическая» закономерность.

Поучительна реакция на политически значимые выводы этой простой модели: существует динамически стационарный размер сообщества, а такие «искусственные» приемы как инициатива материнского капитала, которой многие институты предрекали неэффективность, заранее вполне обоснованно моделировались как ясно и четко работающие адекватно простой наглядной нелинейной особенности процесса. Отношения к этим получающимся наглядным выводам сильно зависят от предварительно существовавших у читателя представлений, ожиданий, и оказываются политически окрашенными.

Многими авторами отмечено (см. [2] и библиографию в этой работе), что весь массив глобальных демографических данных за многие века с поразительной точностью описывается моделью  $\dot{n} = \alpha n^2$ , где  $n$  - численность народонаселения,  $\dot{n}$  - ее производная по времени,  $\alpha$  - постоянный коэффициент.

На основе данной простейшей модели и численных значений (из [2]) коэффициентов уравнения можно выдвинуть «Закон одной сто миллиардной»: средняя вероятность рождения девочки у произвольной пары жителей планеты в течение года была величиной приблизительно постоянной до середины XX в., равнялась такой же вероятности рождения мальчика и составляла с высокой точностью одну сто миллиардную.

Степень прочности данного неожиданного закона весьма высока, хотя не безгранична (точность, приводимая другими авторами часто завышена). Следствием, подтверждением и доказательством его является вышеупомянутая квадратичная закономерность, а прочность его заключается, в частности, в том, что строящуюся на данном законе модель [1] можно для ее простоты огрубить дополнительным пренебрежением таким важным демографическим феноменом, как смертность, и вторым предположением (выдвигаемым в данной работе), которое не столь грубо, - о статистической независимости событий рождений детей у разных пар родителей. Мы придем к все еще наблюдаемому гиперболическому росту населения, отмечаемому многими авторами. Итак, вероятность рождения ребенка (того или иного пола) в год у выделенной пары за многие века до середины прошлого века составляла

$$2 \times 10^{-11}. \quad (1)$$

Конечно, столь грубое упрощение, как пренебрежение смертностью, вряд ли оправдано, когда его можно (и нужно) учесть, несмотря на то, что обсуждаемые в огромном количестве публикаций (в частности, [1]) модели основаны, в конечном итоге, именно на таком упрощении. Говоря строже, количественно вероятность (1) мала, но конечна, а вероятность бессмертности живших и живущих людей почти строго равна нулю («почти» - потому что абстрактно, статистически это тоже можно оспаривать, просто человечество еще слишком юно, поэтому никто пока не успел родиться и прожить, скажем, до 300 лет). Уравнение гораздо более реалистической динамики народонаселения с учетом смертности при сохранении предположения статистической некоррелированности как рождений, так и смертей, имеет вид:

$$\dot{n} = \alpha n^2 - \beta n. \quad (2)$$

Здесь  $\alpha$  - одна вторая вероятности рождения мальчика (она такова же для девочек) у одной потенциальной пары в течение года,  $\beta$  - вероятность смерти одного

человека в течение года. Точка над символом обозначает дифференцирование по времени. Упрощения: пренебрегаем допубертативным и постменопаузным периодами полов, мизерной долей пар, выбывающих из соображений кровосмешения и пр. Член, отвечающий за смертность, имеет ясный и четкий смысл - среднее постоянное распределение смертности по возрастам (младенцы рискуют при рождении, люди среднего возраста подвержены травматизму, старики болеют). Известно от демографов, например, что вероятность смерти в течение первого года жизни точно равна аналогичной вероятности 55-го года жизни. Тем самым в данной достаточно простой модели среднестатистический человек уходит из жизни по тому же вероятностному закону, по которому распадается неустойчивое атомное ядро.

Решение (2) имеет вид

$$n = \frac{\beta}{\alpha - \left(\alpha - \frac{\beta}{n_0}\right) e^{\beta t}}. \quad (3)$$

Равновесное значение - база для устойчивого развития человечества - в отличие от упомянутых моделей с бессмертными людьми существует:

$$n_{\text{равновесн.}} = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (4)$$

Например, при смертностях 10, 20, 50, 100 (на 1 тыс. живых) при выполнении закона одной стомиллиардной соответственно получим 2, 4, 10 и 20 млрд. Это вполне согласуется с выводами из феноменологических моделей. Простота и характер закономерности (4) впечатляют. Таким образом, идею устойчивого развития и соответствующую роль ООН в продвижении этой концепции в современном мире всячески следует поддерживать как реалистическую - в том смысле, что этой идее следовало бы «овладеть массами и стать всесильной, потому что она верна на самом деле», если воспользоваться клише о коммунизме. Строго говоря, обнаруженное равновесное значение населения планеты (4) неустойчиво:  $n$  всегда, хотя и очень медленно при малых отклонениях в меньшую сторону от  $\beta/\alpha$ , будет убывать асимптотически до нуля, а при малых превышениях  $\beta/\alpha$  - начнет сначала очень медленно возрастать, затем (за конечное время) возрастая до бесконечности при

$$t = t_{\infty} = \frac{1}{\beta} \ln \frac{\alpha}{\alpha - \frac{\beta}{n_0}}. \quad (5)$$

Из-за слабой неустойчивости равновесия (4) к малым возмущениям хочется называть ее мягкой неустойчивостью или даже квазиустойчивостью, несмотря на то что глобальная неустойчивость взрывная, с режимом обострения. При численности населения, близкой к равновесному значению, малейшее изменение параметров или возмущение текущего значения в  $n$ -нужном направлении приводит к качественной смене одного режима на другой (бифуркации). Это является основанием для механизма эффективной регулируемой обратной связи тонкой демографической настройки для решения демографической проблемы.

Нетрудно построить бифуркационную диаграмму, которая в теории катастроф называется острием (рис. 1). При возникновении ненулевого значения бифуркации

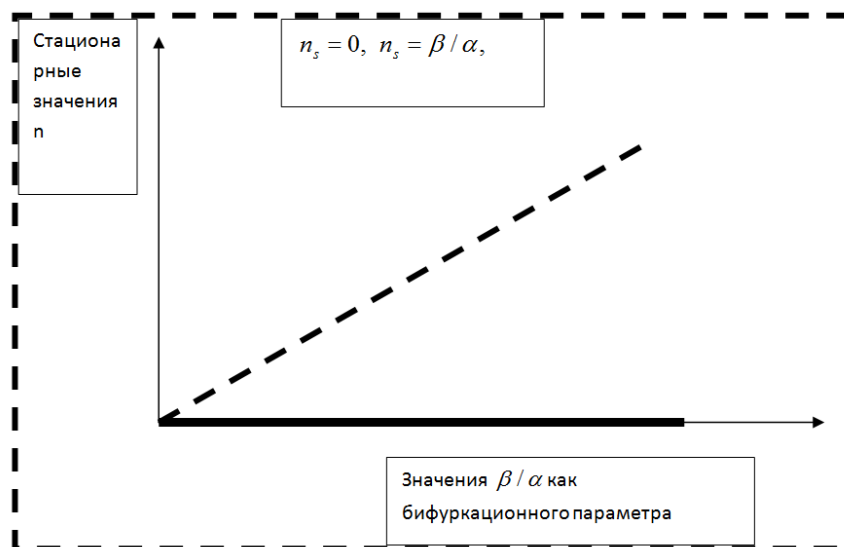


Рис. 1. Катастрофа типа «острия».

онного параметра (ненулевая смертность) возникают два стационарных состояния:

$$n_s = 0, n_s = \beta / \alpha. \quad (6)$$

Первое из них устойчиво и тривиально, второе, как было отмечено, неустойчиво (по отношению к малым возмущениям).

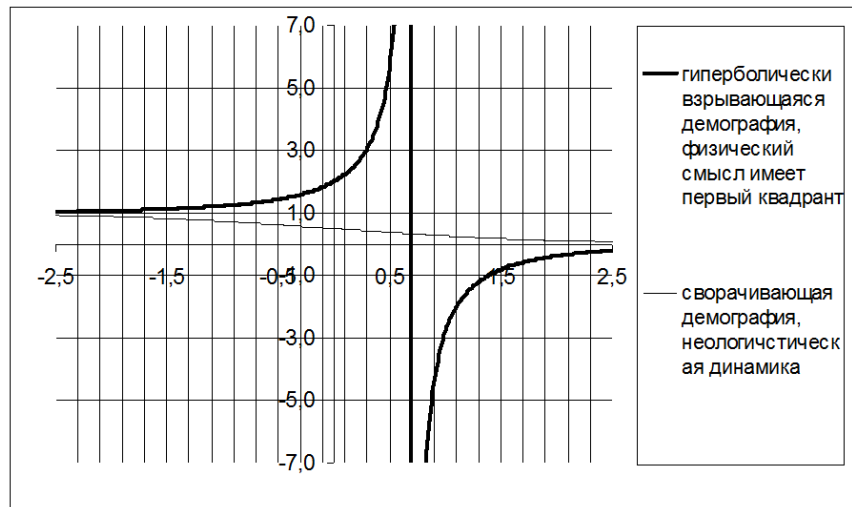
Вышесказанное применимо и для государства - с обычным дополнительным математически тривиальным учетом миграции и иммиграции как неоднородных членов в динамической системе. Эти выводы демонстрируют наличие основания для теоретически возможного ожидания положительного долгосрочного эффекта от демографической инициативы президента В.В. Путина при ее сочетании с осмысленной социальной политикой и другими компонентами стратегии развития. Это не просто утверждение-надежда, а вывод из рассмотрения конкретного нелинейного характера процесса.

Данная модель, показав чисто демографическую обоснованность обсуждаемой инициативы, дает платформу для более отчетливого обсуждения иной - пожалуй, политической - неустойчивости программируемого развития, когда увеличивается именно та часть населения, которая решается на такой ответственный шаг, как деторождение, под воздействием государственной помощи. Возникает также вопрос о характере построенной политэкономической модели: почему этот материнский капитал не находится заранее в распоряжении матери? Как вышло так, что им распоряжается государство - как в давно не виданных образцах восточных деспотий?

В реальности параметры модели, конечно же, переменные. Вносимая устойчивость равновесия и иное управляющее действие осуществляются через параметры  $\alpha$  и  $\beta$  - или сознательно, или самой природой (поощрение рождаемости или малодетности, войны, эпидемии, развитие медицины, социальная политика, экология). А если  $n$  - это население страны, то также можно (что собственно, практически и делается) управлять процессом еще путем «вбрасывания» новых приращений  $n$  (контролируемая иммиграция) как механизмом отрицательной обратной связи. При этом численность возвращается в режим близости к равновесному значению, сползание от которого чем ближе к равновесию, тем медленнее, или переходит в



верхнюю полуплоскость роста (см. рис. 2). Другими словами, помимо параметров  $\alpha$  и  $\beta$  само «искусственное» приращение  $n$  также может играть роль управления.



**Рис. 2.** Графический вид решения (3). Использованы масштабные преобразования  $t \rightarrow \beta t$ ,  $n \rightarrow \beta m/\alpha$ . Начальные значения: растущей моды - 2, убывающей моды - 1/2.

Вывод о возможности равновесия с его вычисляемыми параметрами говорит, что критикуемая в последнее время концепция устойчивого (глобального) развития имеет теоретическую демографическую базу и может дальше развиваться в качестве канвы международной демографической политики. Правда, такая успешная политика вряд ли возможна пока человечество не почувствует себя единой семьей, основанной на общепринятой морали. Здесь под политикой понимается не война, а «планирование семьи». Однако в короткой заметке вряд ли уместно пытаться изложить не только математику рассматриваемого процесса, но и политические механизмы осуществления возникающих целей с естественной иерархической расстановкой приоритетов. Обнаруженный автором закон одной сто миллиардной и предложенная демографическая модель «намекают» на полигамность человека. Когда говорится о полигамии, речь идет о ненулевой вероятности рождения ребенка у любой пары, которых («виртуальных», т.е. потенциальных) всего  $(n/2)(n/2) = nn/4$ . Ясно, что распределение виртуальных детородных кластеров разных размеров по этим размерам имеет очень острый пик, соответствующий моногамным парам. Правда, на планете есть регионы и легальных полигамий. Заметим, именно эти регионы вносят в увеличение численности населения планеты основной вклад, правда, не из-за полигамии. Другая, достойная упоминания особенность, не вошедшая в модель, - это то, что потенциальная способность мужчин и женщин внести количественный вклад в демографический процесс по потенциальной результативности вклада отличаются на многие порядки (эффект Олли). Но эта особенность не столь существенна, пока в человеческой популяции приблизительно равное количество мужчин и женщин.

Другой особенностью данной демографической модели, помимо получения вывода о возможности устойчивого развития и параметров такого развития, это предсказывание механизма перехода в устойчивый (точнее - в стационарный) режим. Это бифуркационный переход из растущей моды в убывающую при формирова-

нии экологической ситуации со смертностью превышающей рождаемость. И наоборот, восстановление экологической обстановки возвращает демографическую ситуацию через бифуркацию в возрастающий режим. Такое динамическое равновесие с малыми колебаниями вокруг равновесной конфигурации может жить сколько угодно долго при условии отсутствия сильных возмущений таких как войны, эпидемии или космические катаклизмы.

Теперь остановимся на наиболее горячо дебатированном в мире феномене демографического перехода. Он заключается в замене ускоряющегося роста населения планеты (или страны) более плавным ростом или остановкой, стабилизацией (либо убыванием). Как нетрудно заметить, прояснилась природа явления, вызывающего большое количество вопросов в развитых странах: почему, несмотря на то, что смертность уменьшается, доминирует сокращение рождаемости, а как результат - замедление роста, стабилизация и сокращение населения? Ответ заключается в том, что рождаемость влияет на баланс квадратичным фактором текущего количества, т.е. заведомо более радикально, чем смертность, т.к. смертность влияет лишь линейным фактором. А причиной уменьшения рождаемости становится реструктуризация набора ценностей современного человека, для которого больший ранг приобретает индивидуальный, личный (обособленный от потомков) жизненный успех в его новом понимании. Становится понятным демографический механизм возникновения и исчезновения больших демографически-системных сообществ, вплоть до цивилизаций.

Теорию демографического перехода можно представить на еще более наглядном языке нелинейного механического потенциала. Нетрудно показать, что системе (2) соответствует динамическое уравнение второго порядка, где произведены масштабные преобразования  $t \rightarrow \beta\tau$ ,  $n \rightarrow \beta m/\alpha$ .

$$\ddot{m} = \frac{\partial}{\partial m} V(m), V = -\frac{1}{2} m^2 (m - 1)^2. \quad (7)$$

Если вспомнить, что профиль потенциала (7) (назовем его демографическим потенциалом) в действительности переменен, т.е.  $\alpha$  и  $\beta$  зависят от времени, а предложенная модель строится на фоне пока неизвестной более медленной модели изменений  $\alpha$  и  $\beta$ , то удастся создать красивую аналогию между демографическим переходом и физикой серфинга, катания на волнах. На рис. 3 изображено проваливание серфингиста (он же - количество населения планеты) назад за гребень первоначально оседланной волны и прекращение скатывания с крутого склона. Заметим, что склон (одновременно и механический, и демографический потенциал) сам движется в том же направлении, что и спортсмен, и обгоняет его. В этот момент скатывание прекращается (на сленге серфингистов происходящее называется *wipe out*).

Все эти наглядные аналогии можно развивать на базе системы первого порядка, если удержаться от желания увидеть закон Ньютона. Зато в этом случае при введении в квадрат будет возможность увидеть, по сути, закон сохранения суммы кинетической и потенциальной энергии:

$$\dot{m} = -\frac{\partial}{\partial m} V(m), V = -\frac{1}{2} m^2 \left( \frac{m}{3} - \frac{1}{2} \right),$$

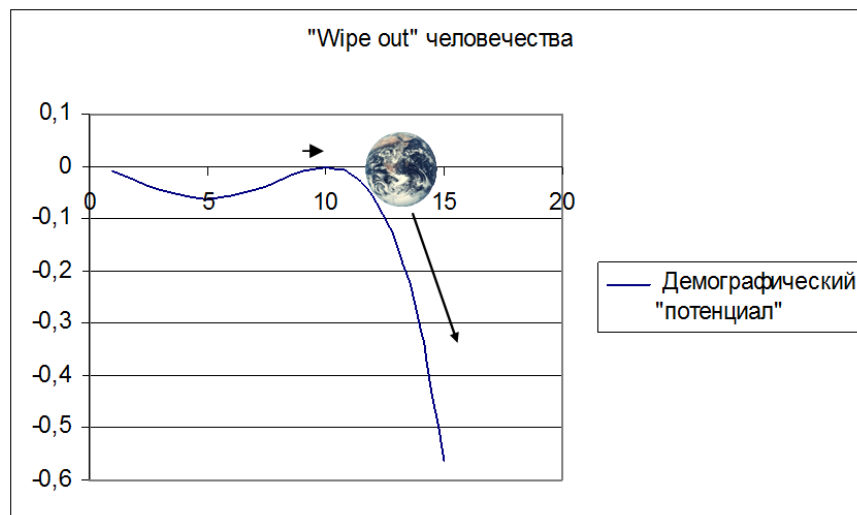


Рис. 3. Механическая интерпретация демографического перехода.

где  $V(m)$  называют кинетическим потенциалом.

Дальнейшие обобщения и уточнения данной модели возможны в разнообразных направлениях: учет не перемешивающихся подмножеств:

$$\dot{n} = \sum \alpha n_i^2 - \beta n, \quad n = \sum n_i, \quad (8)$$

$$\dot{n} = \alpha n^2(t - T) - \beta n(t); \quad (9)$$

учет частичного перемешивания (миграция)  $\sum \alpha_i n_i^2 \rightarrow \alpha n^2$ , учет запаздывания по времени:

$$n = \frac{\beta}{\alpha - \left( \alpha - \frac{\beta}{n_0(-T)} \right) e^{\beta t}}. \quad (10)$$

Особо интересным может стать обобщение, включающее в рассмотрение непрогнозируемые и прогнозируемые возмущения. А среди последних еще более высокий междисциплинарный интерес представляет одно из направлений в исследовании солнечно-земных связей и их синхронизирующей роли в функционировании биосферы, которое развивалось А.Л. Чижевским. 2007 г. предоставил уникальный шанс провести комплексные и координированные исследования [3], развивающие идеи Чижевского.

В качестве обсуждения отметим, что открытие связи между приближением равновероятности (например, аналог закона одной сто миллиардной и показатель смертности как вероятности распада) при применении к одноклеточным существам приведет замечательным образом к аналитическому логистическому закону, математически более чем хорошо известному - закону динамики роста популяции, например, одноклеточных-каннибалов.

$$\dot{n} = \alpha n - \beta n^2. \quad (11)$$

Модель позволяет легко оценивать такие параметры, как размеры, характеристики устойчивости (в этом случае и в сильном смысле) популяций и другие. Отметим только принципиально новую трактовку квадратичного члена в этой модели,



математически «родственной» демографической. До сих пор он вводился как феноменологический прием при попытке описать так называемую ограниченность ресурсов (жизненного пространства) по П.Ф. Верхюльсту (Pierre Franois Verhulst), а в данном контексте - это результат встречи двух существ, поедающих друг друга (из-за того же истощения традиционного ресурса, но квадратичность теперь осмысленная). Эти встречи уменьшают общее количество популяции в отличие от ранее рассмотренных «хороших» демографических встреч двух существ, когда общее количество увеличивается. Из истории мы знаем, что такое изменение характера встреч (от «хорошего» к «плохому») было свойственно не только амебам. Применительно к популяции человека речь идет не только о каннибализме людей, но и о войнах, особенно возможных современных, представляющих собой феномен, который моделирует отрицательный квадратичный член для «честных старомодных» сражений один на один. Из-за характера современного оружия массового уничтожения соответствующая степень уменьшения населения гораздо выше двойки, имеет место более непонятная нелинейность (в отличие от разобранных выше квадратичной).

Изучение свойств обобщений таких классических моделей как «хищник-жертва» Лотки [4] и Вольтерры [5] и многих других с учетом проясненной в данной заметке кинематической, а не информационной (как предполагалось в [1, 2]) природы квадратичного члена в динамическом демографическом (популяционном) уравнении позволило получить ряд новых результатов.

Приведем только один вид соответствующих модифицированных уравнений для наиболее известной модели с традиционными обозначениями:  $x$  - количество жертв,  $y$  - количество хищников:

$$\dot{x} = \alpha x^2 - \beta xy;$$

$$\dot{y} = \delta xy^2 - \gamma y,$$

и параметры стационарных состояний

$$x_s = \sqrt{\frac{\gamma\beta}{\alpha\delta}}; \quad y_s = \sqrt{\frac{\gamma\alpha}{\beta\delta}}.$$

Предложенная трактовка природы квадратичного члена вполне естественна с точки зрения классической физической кинетики (см. формулу (2,1), пояснения к ней в [6] и дальнейшее развитие [7-11]). Упомянутое в [1] информационное взаимодействие в действительности - процессы, приводящие к наблюдаемым изменениям  $\alpha$  и  $\beta$ .

## Литература

1. Капица С.П. Феноменологическая теория роста населения Земли / С.П. Капица // Успехи физических наук. - 1996. - Т. 166. - № 1. - С.63-80.
2. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. - Москва: УРСС, 2003.
3. Нургалиев И.С. Международный гелиофизический год - 2007 под эгидой ООН / И.С. Нургалиев // Успехи физических наук. - 2006. - Т. 126. - С. 566.
4. Lotka A.J. Elements of Physical Biology / A.J. Lotka. - Baltimore: Williams and Wilkins, 1925.

5. Volterra V. Variazioni fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi / V. Volterra // Memorie dell'Accademia Nazionale dei Lincei. - 1926. - Vol. 2. - P. 31-113.
6. Лившиц Е.М. Физическая кинетика / Е.М. Лившиц, Л.П. Питаевский. - М.: Наука, 1979.
7. Нурғалиев И.С. Закон “двух сто миллиардных” в контексте гражданского общества / И.С. Нурғалиев // Гражданское общество: идеи, реальность, перспективы: материалы Межрегиональной научно-практической конференции. - Казань, Зеленодольск, 2006. - С. 204-207.
8. Нурғалиев И.С. Энергопотребление и народонаселение: «антилогистический» характер демографического процесса / И.С. Нурғалиев // Математические методы и модели в исследовании государственных и корпоративных финансов и финансовых рынков: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Часть I. - Уфа, 2015. - С. 105-108.
9. Нурғалиев И.С. Мир как поток / И.С. Нурғалиев // Пространство, время, фундаментальные взаимодействия. - 2016. - №3.
10. Нурғалиев И.С. Экологические контуры глобальной демографии с точки зрения социофизики / И.С. Нурғалиев // Мир глазами ученых: сборник трудов, посвященный 15-летию РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. - Москва, 2014. С. 221-231.
11. Nurgaliev I.S. Nonlinearities in the Universe / I.S. Nurgaliev // The twelfth Marcel Grossmann meeting on recent developments in theoretical and experimental general relativity, astrophysics and relativistic field theories. - Paris, 2009. P. 1748-1752.

## THE INEVITABILITY OF NONLINEARITY: “ANTI-LOGISTIC” CHARACTER OF THE DEMOGRAPHIC PROCESS

I.S. Nurgaliev

*This article describes getting a new demographic equation, which includes terms responsible for fertility and mortality. The equation correlates with the known phenomenological equation of Verhulst. We discuss qualitative features of the new predictive equations.*

Keywords: nonlinear demographic equation fertility, regimes with peaking, sustainable development, global problems, soft modelling.

УДК 378.661:371.315.6:614.1

## ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Н.П. Пенкин<sup>1</sup>, Н.Г. Сабитова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> phizika@igma.udm.ru; Ижевская государственная медицинская академия

<sup>2</sup> sabitovang@mail.ru; Ижевская государственная медицинская академия

*В данной статье описана организация научно-исследовательских работ (НИР) обучающихся в условиях информатизации здравоохранения.*

**Ключевые слова:** информатизация здравоохранения, развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), профессиональная компетенция, компьютеризация.

**Введение и актуальность проблемы.** В современных условиях подготовка в высшем учебном заведении обусловлена процессом расширения компетенций по